

S/N: TBA

12/18/2000

DOCKET NO.: KAW-239-USAP

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: Kazuya YONEYAMA

Serial No.: TO BE ASSIGNED

Art Unit: TO BE ASSIGNED

Filed: December 18, 2000

Examiner: TO BE ASSIGNED

For: Illumination Optical System and Projection Type Image Display
Apparatus Using the Same



PRIORITY DOCUMENT TRANSMITTAL

Assistant Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 CFR 1.55 and the requirements of 35 U.S.C. 119, attached hereto is a certified copy of the priority document, Japanese Patent Application No. 11-357454 filed December 16, 1999.

It is respectfully requested that applicant be granted the benefit of the filing date of the foreign application and that receipt of this priority document be acknowledged in due course.

Respectfully submitted,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ronald R. Snider".

Ronald R. Snider
Reg. No. 24,962

Date: December 18, 2000

Snider & Associates
Ronald R. Snider
P.O. Box 27613
Washington, D.C. 20038-7613
(202) 347-2600

RRS/bam

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JCS62 U.S. PRO
09/737752

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年12月16日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第357454号

出 願 人

Applicant(s):

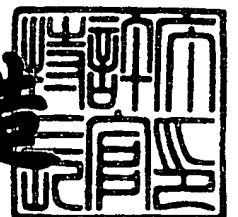
富士写真光機株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年11月10日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3093408

【書類名】 特許願

【整理番号】 FK0705

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/13
G02F 1/1335

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県大宮市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 米山 一也

【特許出願人】

【識別番号】 000005430

【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097984

【弁理士】

【氏名又は名称】 川野 宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041597

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 照明光学系およびこれを用いた投射型画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源部からの光を画像表示用ライトバルブ素子に導く照明光学系において、該照明光学系の光路中に少なくとも 1 枚の曲面鏡が配設されたことを特徴とする照明光学系。

【請求項 2】 前記曲面鏡が放物面鏡とされたことを特徴とする請求項 1 記載の照明光学系。

【請求項 3】 前記放物面鏡の形状が、前記光源部から前記画像表示用ライトバルブ素子に至る光の光軸を含む断面において、下記の条件式 (1) または (2) を満足していることを特徴とする請求項 2 記載の照明光学系。

$$f = [-L \pm L \{1 + (\tan \theta)^2\}^{1/2}] / 2 \tan \theta \quad \dots\dots (1)$$

$$f = L / 2 \quad \dots\dots (2)$$

ただし、

条件式 (1) において、 $\theta \neq 90 + 180n$ (n は整数) 度

条件式 (2) において、 $\theta = 90 + 180n$ (n は整数) 度

f : 放物面鏡の焦点距離 (ただし、 $f > 0$)

L : 反射前光束の光軸と放物面鏡の z 軸との距離

θ : 放物面鏡の反射による光軸折れ曲がり角度

【請求項 4】 前記曲面鏡が双曲面鏡とされたことを特徴とする請求項 1 記載の照明光学系。

【請求項 5】 前記双曲面鏡の形状が、前記光源部から前記画像表示用ライトバルブ素子に至る光の光軸を含む断面において、下記の条件式 (3) を満足していることを特徴とする請求項 4 記載の照明光学系。

$$z = C \rho^2 / \{1 + (1 - K C^2 \rho^2)^{1/2}\} \quad \dots\dots (3)$$

ただし、

z : 反射前光束の光軸の双曲面鏡における反射点と、双曲面鏡頂点の接面との距離

ρ : 反射前光束の光軸の双曲面鏡における反射点と、双曲面鏡の z 軸との距離

C : 下記条件式 (3-1) および (3-2) を満足する a (ただし、 $a > 0$) および b により、 $C = a / b^2$ と規定される値

K : 下記条件式 (3-1) および (3-2) を満足する a (ただし、 $a > 0$) および b により、 $K = -b^2 / a^2$ と規定される値

$$8za^3 + 4(z^2 + \rho^2)a^2 - 2zL^2a - z^2L^2 = 0 \quad \dots (3-1)$$

$$2(a^2 + b^2)^{1/2} = L \quad \dots (3-2)$$

ただし、

L : 下記条件式 (3-3) により規定される双曲面鏡の焦点間距離

$$L = [\{ (Q-M) \sin \theta \}^2 + \{ (P-M) - (Q-M) \cos \theta \}^2]^{1/2} \quad \dots (3-3)$$

ただし、

P : 双曲面鏡の前段の光学系の焦点距離

Q : 双曲面鏡の前段の光学系と双曲面鏡との合成焦点距離

M : 双曲面鏡の前段の光学系から双曲面鏡までの距離

θ : 双曲面鏡の反射による光軸折れ曲がり角度

【請求項 6】 請求項 1～5 のうちのいずれか 1 項記載の照明光学系を備えたことを特徴とする投射型画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、投射型画像表示装置の照明光学系に関し、特に、透過型または反射型の液晶表示素子やデジタルマイクロミラーデバイス (DMD) 等を用いて、画像を拡大投影する投射型画像表示装置に適した照明光学系の構成簡易化に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

投射型画像表示装置としては、例えば透過型あるいは反射型の液晶表示素子を用いたものがよく知られており、また近年ではデジタルマイクロミラーデバイス

(DMD) の利用も進められている。

【0003】

図7および図8は液晶表示素子を用いた従来の投射型画像表示装置の構成を示す図である。これら従来の投射型画像表示装置の概略構成は、光源部101、201と、この光源部101、201から発せられた光束をミキシングして、光量分布の均一化を図るためのインテグレータ部102、202とこの照明光学系の集光作用を担うコンデンサレンズ134、234、235、およびこの光束に画像情報を担持せしめてスクリーンに投射するための投射部104、204とからなっている。また、これらの装置は、インテグレータ部102、202により均一光とされた光束の光路を投射部104、204の方向に折り曲げるために平面反射ミラー133、233を備え、装置内の限られたスペースに各部材が配置されるようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、現実の製品開発にあっては常にコストダウンが要望されているといってもよい。上述の投射型画像表示装置においても例外ではない。

本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、従来の装置と同程度の性能を備えたものでありながら、部材数を低減しコストダウンを図り得る照明光学系およびこれを用いた投射型画像表示装置を提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る照明光学系は、光源部からの光を画像表示用ライトバルブ素子に導く照明光学系において、該照明光学系の光路中に少なくとも1枚の曲面鏡が配設されたことを特徴とするものである。

【0006】

本発明に係る照明光学系は、前記曲面鏡が放物面鏡とされ、この放物面鏡の形状が、前記光源部から前記画像表示用ライトバルブ素子に至る光の光軸を含む断面において、下記の条件式(1)または(2)を満足するものであることが好ましい。

$$f = [-L \pm L \{1 + (\tan \theta)^2\}^{1/2}] / 2 \tan \theta \quad \dots (1)$$

$$f = L / 2 \quad \dots (2)$$

ただし、

条件式 (1) において、 $\theta \neq 90 + 180n$ (n は整数) 度

条件式 (2) において、 $\theta = 90 + 180n$ (n は整数) 度

f : 放物面鏡の焦点距離 (ただし、 $f > 0$)

L : 反射前光束の光軸と放物面鏡の z 軸との距離

θ : 放物面鏡の反射による光軸折れ曲がり角度

【0007】

また、本発明に係る照明光学系は、前記曲面鏡が双曲面鏡とされ、この双曲面鏡の形状が、前記光源部から前記画像表示用ライトバルブ素子に至る光の光軸を含む断面において、下記の条件式 (3) を満足するものであることも好ましい。

$$z = C \rho^2 / \{1 + (1 - KC^2 \rho^2)^{1/2}\} \quad \dots (3)$$

ただし、

z : 反射前光束の光軸の双曲面鏡における反射点と、双曲面鏡頂点の接面との距離

ρ : 反射前光束の光軸の双曲面鏡における反射点と、双曲面鏡の z 軸との距離

C : 下記条件式 (3-1) および (3-2) を満足する a (ただし、 $a > 0$) および b により、 $C = a / b^2$ と規定される値

K : 下記条件式 (3-1) および (3-2) を満足する a (ただし、 $a > 0$) および b により、 $K = -b^2 / a^2$ と規定される値

$$8za^3 + 4(z^2 + \rho^2)a^2 - 2zL^2a - z^2L^2 = 0 \quad \dots (3-1)$$

$$2(a^2 + b^2)^{1/2} = L \quad \dots (3-2)$$

ただし、

L : 下記条件式 (3-3) により規定される双曲面鏡の焦点間距離

$$L = [\{(Q-M) \sin \theta\}^2 + \{(P-M) - (Q-M) \cos \theta\}^2]^{1/2} \quad \dots (3-3)$$

ただし、

P : 双曲面鏡の前段の光学系の焦点距離

Q : 双曲面鏡の前段の光学系と双曲面鏡との合成焦点距離

M : 双曲面鏡の前段の光学系から双曲面鏡までの距離

θ : 双曲面鏡の反射による光軸折れ曲がり角度

【0008】

本発明に係る投射型画像表示装置は、上述した照明光学系を備えたことを特徴とするものである。

なお、上記「放物面鏡のz軸」および上記「双曲面鏡のz軸」とは、放物面鏡あるいは双曲面鏡の頂点を通り、この頂点に接する面に直交する軸のことを示す。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の2つの実施形態について図面を参照しつつ説明する。

図1は第1の実施形態に係る照明光学系を備えた投射型画像表示装置の構成を示す図である。

図1に示すように、この投射型画像表示装置は、光源部1と、この光源部1から発せられた光束をミキシングして、光量分布の均一化を図るためのインテグレータ部2と、インテグレータ部2により均一光とされた光束の光路を投射部4の方向に折り曲げる曲面ミラー3と、この光束に画像情報を担持せしめてスクリーンに投射するための投射部4とからなる。

【0010】

上記光源部1は、図1に示すごとく、キセノンランプやメタルハライドランプ等の放電管からなりランダムな偏光方向の光を射出する発光体11と、放物面ミラーよりなるリフレクタ12とからなる。このリフレクタ12は発光体11の発光源を焦点位置とするものであり、発光体11から発せられ光源部1の光軸の後方および外方へ向かう光束の一部を該光軸に略平行な光束として反射させるものである。

【0011】

上記インテグレータ部2は、光源部1からの光束に対して作用する第2フライ

アイ 2 1 と、第 2 フライアイ 2 1 からの各光束による光スポットを後述する液晶パネル上に重畳せしめる第 1 フライアイ 2 2 と、第 1 フライアイ 2 2 からの各光束の偏光方向を所定の方向に統一する偏光変換手段としての偏光ビームスプリッタ (PBS) 2 3 とを備えてなる。

【0 0 1 2】

なお、第 2 フライアイ 2 1 は、複数のレンズアレイ素子を 2 次元的に配列して構成され、各レンズアレイ素子は後述する液晶パネルに略対応する形状をなしている。第 1 フライアイ 2 2 も同様に、複数のレンズアレイ素子を 2 次元的に配列して構成される。すなわち、第 1 フライアイ 2 2 の各レンズアレイ素子毎に、光源部 1 の像が形成されることになる。

【0 0 1 3】

また、偏光ビームスプリッタ 2 3 は光量低下防止を目的として配された偏光変換手段であって、第 1 フライアイ 2 2 の投射部 4 側に設けられ、第 2 フライアイ 2 1 と第 1 フライアイ 2 2 により均一化された光束を P 偏光と S 偏光とに分離した後、両偏光を一方の偏光に揃えたとともに、両者を平行光として出力する。

上記曲面ミラー 3 は、この曲面ミラー 3 により折り曲げられる光束の光軸を含む断面においてその断面が放物線の一部となるような、放物面ミラー 3 1 となる。

【0 0 1 4】

上記投射部 4 は、インテグレータ部 2 により均一化された光束を B 成分 LB と GR 成分 LG、LR とに分離するための B/GR 分離用ダイクロイックミラー 4 1 と、ダイクロイックミラー 4 1 により分離された GR 成分 LG、LR を、G 成分 LG と、R 成分 LR とに分離するための G/R 分離用ダイクロイックミラー 4 2 と、B 成分用の画像が表示される液晶パネル 4 3 B (1 対の偏光板により挟持されてなる; 液晶パネル 4 3 G、4 3 R において同じ) と、G 成分用の画像が表示される液晶パネル 4 3 G と、R 成分用の画像が表示される液晶パネル 4 3 R と、各液晶パネル 4 3 B、4 3 G、4 3 R を透過して画像情報が担持された光束の成分 LB、LG、LR を合成する 3 色合成プリズム 4 0 とを備えてなる。また、B/GR 分離用ダイクロイックミラー 4 1 により分離された B 成分 LB を液晶パ

ネル 4 3 B に向けて反射する全反射ミラー 4 4 と、全反射ミラー 4 4 により反射された B 成分 L B を平行光とするためのフィールドレンズ 4 5 B と、G/R 分離用ダイクロイックミラー 4 2 により分離された G 成分 L G を平行光とするためのフィールドレンズ 4 5 G と、G/R 分離用ダイクロイックミラー 4 2 により分離された R 成分 L R を液晶パネル 4 3 R に向けて反射するための全反射ミラー 4 6、4 7 と、G/R 分離用ダイクロイックミラー 4 2 により分離された R 成分 L R を平行光とするためのフィールドレンズ 4 5 R とを備えてなる。

【0 0 1 5】

なお、上記投射部 4 においては、3 色合成プリズム 4 0 に至るまでの光路長は R 成分 L R のみが異なるが、G/R 分離用ダイクロイックミラー 4 2 と全反射ミラー 4 6 との間にはリレーレンズ 4 8 が、全反射ミラー 4 6 と全反射ミラー 4 7 との間には像反転用リレーレンズ 4 9 がそれぞれ配設されており、このリレーレンズ 4 8 と像反転用リレーレンズ 4 9 とにより、R 成分 L R の結像関係が B 成分 L B および G 成分 L G と見かけ上同等となるように補正されるものである。

【0 0 1 6】

また、上記 3 色合成プリズム 4 0 はクロスプリズムであり、B 成分 L B に対して反射するダイクロイック面 4 0 B と、R 成分 L R に対して反射するダイクロイック面 4 0 R とを有するものである。

【0 0 1 7】

このようにして上記 3 色合成プリズム 4 0 により合成された光束は、投影レンズ（図示せず）を介して収束され、その担持した画像情報によりスクリーン（図示せず）上に画像を表示する。

【0 0 1 8】

つぎに、図 2 は第 2 の実施形態に係る照明光学系を備えた投射型画像表示装置の構成を示す図である。各部材は、上述した本発明の第 1 の実施形態と同様のものを示す場合は符号を一致させている。

【0 0 1 9】

この装置は、上述の第 1 の実施形態に係る照明光学系を備えた装置と大略同様の構成とされ、光源部 1 から発せられインテグレータ部 2 により均一光とされた

光束に、投射部 4 により画像情報を担持せしめてスクリーンに投射させるものである。第 1 の実施形態との相違点は、第 1 の実施形態の放物面ミラー 3 1 に代えて双曲面ミラー 3 2 が配設され、インテグレータ部 2 とこの双曲面ミラー 3 2 との間にコンデンサレンズ 3 4 が配設されている点にある。

【0 0 2 0】

以下、この第 1 および第 2 の実施形態の作用効果を、従来の照明光学系と比較しつつ説明する。図 7 は、第 1 の実施形態に対応する従来の照明光学系の一例であり、図 8 は、第 2 の実施形態に対応する従来の照明光学系の一例である。

【0 0 2 1】

これらの装置は、上述の第 1 の実施形態に係る照明光学系を備えた装置と大略同様の構成とされ、光源部 1 0 1、2 0 1 から発せられインテグレータ部 1 0 2、2 0 2 により均一光とされた光束に、投射部 1 0 4、2 0 4 により画像情報を担持せしめてスクリーンに投射させるものである。光源部 1 0 1、2 0 1、インテグレータ部 1 0 2、2 0 2、および投射部 1 0 4、2 0 4 を構成する各部材は第 1 の実施形態と同様とされており、これらの符号は省略されている。

【0 0 2 2】

図 7 に示す従来の照明光学系は、インテグレータ部 1 0 2 により均一光とされた光束の光路を投射部 1 0 4 の方向に折り曲げるための平面反射ミラー 1 3 3 と、この照明光学系の集光作用を担う正の屈折力のコンデンサレンズ 1 3 4 が配されている。

【0 0 2 3】

これに対し、図 1 に示す第 1 の実施形態に係る照明光学系においては、従来の平面反射ミラー 1 3 3 に代えて放物面ミラー 3 1 が設けられ、正の屈折力のコンデンサレンズ 1 3 4 は不要とされている。すなわち、平面反射ミラー 1 3 3 を放物面ミラー 3 1 とすることで、装置の限られたスペース内に各部材を配置できるように光路を折り曲げる平面反射ミラー 1 3 3 の作用と、正の屈折力のコンデンサレンズ 1 3 1 の集光作用とを兼ね備えることができる。

【0 0 2 4】

図 8 に示す従来の照明光学系は、インテグレータ部 2 0 2 により均一光とされ

た光束の光路を投射部 2 0 4 の方向に折り曲げるための平面反射ミラー 2 3 3 と、この照明光学系の集光作用を担うコンデンサレンズ群として、正の屈折力のコンデンサレンズ 2 3 4 および負の屈折力のコンデンサレンズ 2 3 5 が配されている。

【 0 0 2 5 】

これに対し、図 2 に示す第 2 の実施形態に係る照明光学系においては、従来の平面反射ミラー 2 3 3 に代えて双曲面ミラー 3 2 が設けられ、負の屈折力のコンデンサレンズ 2 3 5 は不要とされている。すなわち、平面反射ミラー 2 3 3 を双曲面ミラー 3 2 とすることで、装置の限られたスペース内に各部材を配置できるように光路を折り曲げる反射ミラー 2 3 3 の作用と、負の屈折力のコンデンサレンズ 2 3 5 の発散作用とを兼ね備えることができる。

【 0 0 2 6 】

このようにして平面反射ミラー 1 3 3 と正の屈折力のコンデンサレンズ 1 3 4、あるいは、平面反射ミラー 2 3 3 と負の屈折力のコンデンサレンズ 2 3 5 という 2 つの部材の作用を、1 つの放物面ミラー 3 1 あるいは双曲面ミラー 3 2（以下、曲面ミラーと総称する）が兼ね備えることにより、部材数を低減しコストダウンを図ることができる。また、コンデンサレンズ 1 3 4、2 3 5 のレンズ保持空間を削減することができるので、光学系のコンパクト化も可能となる。

【 0 0 2 7 】

曲面ミラーの屈折力を利用する場合、レンズに比べ収差的性能が低くなることは懸念される。しかしながら、投射型画像表示装置に用いる照明光学系においては、例えばカメラに比べ、一般に光ムラや収差に対する許容度は大きい。したがって、本実施形態のように曲面ミラーの集光作用あるいは発散作用を利用するようにした場合でも、これらの悪影響は表れ難い。

【 0 0 2 8 】

なお、曲面ミラーの最適形状は、上記第 1 および第 2 の実施形態に示した放物面ミラーや双曲面ミラーに限られるものではない。曲面ミラーの形状は、光学系中の他の部材との位置関係により、また、光路中のどの位置に配設するかにより異なり、本実施形態のように所定の軸に対して回転対称な曲面の一部分の形状で

あってもよいし、球面ミラーや他の曲面形状のミラーであってもよい。ただし、回転対称な曲面の一部を利用した方が収差は良好となる。また、製造の容易性においては球面ミラーが優位である。

【0029】

また、曲面ミラーを配設する位置は本実施形態に示した位置に限られない。例えば、図1における全反射ミラー44、46、47に代えて曲面ミラーを配設することもできる。照明光学系内に、同形状あるいは形状の異なる複数の曲面ミラーを配設することも可能である。

【0030】

なお、曲面ミラーを備えた照明光学系は、本実施形態のように液晶表示素子を用いた投射型表示装置だけでなく、DMDを用いた装置においても有効である。このような装置においても、光路を折り曲げるために配設された全反射ミラーに代えて曲面ミラーを配設することができる。

【0031】

【実施例】

＜実施例1＞

実施例1として、上記第1の実施形態として説明した放物面ミラー31の具体例を示す。

図3は、放物面ミラー31の形状を、この放物面ミラー31により折り曲げられる光束の光軸を含む断面において模式的に表した図である。この断面において放物面ミラー31の断面は放物線の一部となる。

【0032】

図3において、前段の光学系の主面Sから発せられた光束は放物面ミラー31の作用によって焦点Fに導かれる。この焦点Fは、ライトバルブ直前にフィールドレンズがないとすれば、ライトバルブの中心となる位置である。放物面ミラー31により、光軸は80度折れ曲がっている（ $\theta = 80$ 度）。

【0033】

この放物面ミラー31について、図3の断面図においてこの放物線頂点を原点Oとし、この放物線の頂点に接するように ρ 軸を採り、放物線頂点を通り ρ 軸に

直交するように z 軸を採る。放物線の焦点 F は z 軸上にあり、焦点距離を f とすればその座標は (f, 0) となる。また、主面 S から発せられた反射前光束の光軸と放物面ミラー 3 1 の z 軸とは平行とされている。

【0 0 3 4】

放物面ミラー 3 1 の形状は、放物面ミラー 3 1 の反射による光軸折れ曲がり角度 θ と、反射前光束の光軸と放物面ミラー 3 1 の z 軸との距離 L とにより規定することができる。本実施例 1 としては、 $\theta = 80$ 度、 $L = 80$ と規定した場合の放物面ミラー 3 1 の形状を求める方法を示す。

【0 0 3 5】

図 3 において、放物面ミラー 3 1 の所定断面である放物線の方程式は、原点 O を頂点にもち z 軸を対称軸にもつ放物線の一般式として、放物線上の任意の点を Q (z, ρ) とすれば、

$$z = \rho^2 / 4 f \quad \dots (1-0)$$

として表される。すなわち、この放物線形状は、放物線の焦点距離 f が設定されれば一義的に決まるものである。この焦点距離 f は、以下に説明するとおり、光軸折れ曲がり角度 θ と、反射前光束の光軸と放物面ミラー 3 1 の z 軸との距離 L とにより規定することができる。

【0 0 3 6】

ここで、放物面ミラー 3 1 に入射する光束の光軸と放物面ミラー 3 1 との交点を反射点 R (Z, L) とする。L は反射点 R と z 軸との距離であり、Z は光軸折れ曲がり角度 θ を用いて次のように表される。

$$Z = f + L / \tan \theta \quad \dots (1-1)$$

反射点 R は放物線上にあることから式 (1-1) を式 (1-0) に代入すると、

$$f + L / \tan \theta = L^2 / 4 f \quad \dots (1-2)$$

となる。式 (1-2) を式 (1-3) のように変形し、この二次方程式の解として、条件式 (1) を得る。

$$4 (\tan \theta) f^2 + 4 L f - L^2 (\tan \theta) = 0 \quad \dots (1-3)$$

$$f = [-L \pm L \{1 + (\tan \theta)^2\}^{1/2}] / 2 \tan \theta \quad \dots (1)$$

ここで、焦点距離 f の解としては正の値を採用する。これは、焦点距離 f が正

でないとこの放物面に収斂作用を持たせることができないからである。

【 0 0 3 7 】

すなわち、条件式 (1) により、光軸の折れ曲がり角度 $\theta = 80$ 度、反射前光束の光軸と放物面ミラー 3 1 の z 軸との距離 $L = 80$ と規定した場合の放物面ミラー 3 1 の形状は、焦点距離 $f = 33.56$ の放物面となる。

【 0 0 3 8 】

< 実施例 2 >

実施例 2 は、同じく放物面ミラー 3 1 の具体例として、放物面ミラー 3 1 による光軸折れ曲がり角度 (θ) が 90 度となる場合を示す。

図 4 は、放物面ミラー 3 1 の形状を、この放物面ミラー 3 1 により折り曲げられる光束の光軸を含む断面において模式的に表した図である。この断面において放物面ミラー 3 1 の断面は放物線の一部となる。

【 0 0 3 9 】

図 4 においても、前段の光学系の主面 S から発せられた光束は放物面ミラー 3 1 の作用によって焦点 F に導かれる。この焦点 F は、ライトバルブ直前にフィールドレンズがないとすれば、ライトバルブの中心となる位置である。

【 0 0 4 0 】

この放物面ミラー 3 1 について、実施例 1 と同様に原点 O、 ρ 軸および z 軸を採る。放物線の焦点 F は z 軸上にあり、焦点距離を f とすればその座標は (f , 0) となる。また、主面 S から発せられた反射前光束の光軸と放物面ミラー 3 1 の z 軸とは平行とされている。

【 0 0 4 1 】

実施例 1 と同様に、放物面ミラー 3 1 の形状は、放物面ミラー 3 1 の反射による光軸折れ曲がり角度 θ と、反射前光束の光軸と放物面ミラー 3 1 の z 軸との距離 L とにより規定することができる。本実施例 2 としては、 $\theta = 90$ 度、 $L = 80$ と規定した場合の放物面ミラー 3 1 の形状を求める方法を示す。

$\theta = 90$ 度であるから $\tan \theta$ は無限大となるので、前述の式 (1-1) の第 2 項 $L / \tan \theta = 0$ とすると、実施例 1 において説明した式 (1-1) および (1-2) は下記の式 (2-1) および (2-2) となる。

$$Z = f \quad \dots\dots (2-1)$$

$$f = L^2 / 4 \quad \dots\dots (2-2)$$

【0042】

実施例1と同様に、焦点距離 f の解としては正の値を採用する。これは、焦点距離 f が正でないとその放物面に収斂作用を持たせることができないからである。

したがって、式(2-2)により下記条件式(2)を得ることができる。

$$f = L / 2 \quad \dots\dots (2)$$

すなわち、式(2)により、光軸の折れ曲がり角度 $\theta = 90$ 度、反射前光束の光軸と放物面ミラー31の z 軸との距離 $L = 80$ と規定した場合の放物面ミラー31の形状は、焦点距離 $f = 40$ の放物面となる。

【0043】

<実施例3>

実施例3として、上記第2の実施形態として説明した双曲面ミラー32の具体例を示す。

図5は、双曲面ミラー32の形状を、この双曲面ミラー32により折り曲げられる光束の光軸を含む断面において模式的に表した図である。この断面において双曲面ミラー32の断面は双曲線の一部となる。

【0044】

図5において、前段の光学系の主面 S から発せられた光束が双曲面ミラー32の作用によって焦点 F に導かれる。上記実施形態2として説明したように、この双曲面ミラー32の前段には正の屈折力を有するコンデンサレンズ34が配されており、この正のコンデンサレンズ34から発せられた収斂光束は双曲面ミラー32において反射されることにより、その収斂の度合いを弱められながら焦点 F に向かう。すなわち、もしも双曲面ミラー32でなく平面ミラーが配されているならば、反射された光線は図5に示す焦点 F_1 に収束されるところが、この双曲面ミラー32が配されているために焦点 F_1 よりも遠くの焦点 F に集光されている。

【0045】

なお、この焦点Fは、ライトバルブ直前にフィールドレンズがないとすれば、ライトバルブの中心となる位置である。双曲面ミラー32により、光軸は45度折れ曲がっている ($\theta = 45$ 度)。

【0046】

また、図5には説明のため、双曲面ミラー32を配置せず、コンデンサレンズ34からの光束が直進した場合の、コンデンサレンズ34による焦点 F_1' 、および、この焦点 F_1' を双曲面ミラー32によってどれだけ延長させるかという目標合成焦点距離位置（焦点 F' ）をも示している。この焦点 F' は、図8に示した従来例において、負のコンデンサレンズ235の屈折力によりコンデンサレンズ234の焦点が延長される位置に相応する。

【0047】

実施例3としては、前段の正の屈折力を有するコンデンサレンズ34の焦点距離Pが100である時に、双曲面ミラー32を配置してコンデンサレンズ34との合成焦点距離Qを120にする例を示す。

【0048】

この双曲面ミラー32について、図5の断面図においてこの双曲線頂点を原点Oとし、この双曲線の頂点に接するように ρ 軸を採り、双曲線頂点を通り ρ 軸に直交するようにz軸を採る。このとき焦点Fおよび焦点 F_1' はz軸上にある。

【0049】

双曲面ミラー32の形状は、双曲面ミラー32の反射による光軸折れ曲がり角度 θ 、ならびに、コンデンサレンズ34の焦点距離Pとコンデンサレンズ34と双曲面ミラー32との合成焦点距離Qとコンデンサレンズ34から双曲面ミラー32までの距離Mとから計算される双曲面ミラー32の焦点間距離Lとにより規定することができる。本実施例3としては、 $\theta = 45$ 度、 $P = 100$ 、 $Q = 120$ 、 $M = 30$ と規定した場合の双曲面ミラー32の形状を求める方法を示す。

【0050】

図5において、双曲面ミラー32の所定断面である双曲線の方程式は、上述のようにz軸および ρ 軸を採ったとき双曲線の一般式として、双曲線上の任意の点を $N(z, \rho)$ とすれば、

$$(z+a)^2/a^2 - \rho^2/b^2 = 1 \quad \dots\dots (3-0)$$

として表される。また、双曲線の焦点間距離 L は一般式により、

$$L = 2(a^2 + b^2)^{1/2} \dots\dots (3-2)$$

として表される。ここで a および b はこの双曲線の漸近線の傾きを与える定数である。すなわち、この双曲線形状は a および b が設定されれば一義的に決まるものである。

【0051】

この定数 a および b は、双曲面ミラー 32 に入射する光束の光軸と双曲面ミラー 32 との交点を反射点 $R(Z, H)$ とすると、以下に説明するとおり、この反射点 R の座標と、双曲面ミラー 32 の焦点間距離 L とにより規定することができる。

【0052】

双曲面ミラー 32 の焦点間距離 L は、図 5 に示すとおり、光軸の折れ曲がり角度 θ 、コンデンサレンズ 34 の焦点距離 P 、コンデンサレンズ 34 と双曲面ミラー 32 との合成焦点距離 Q 、コンデンサレンズ 34 から双曲面ミラー 32 までの距離 M により下記条件式 (3-3) のように表される。

$$L = [\{ (Q-M) \sin \theta \}^2 + \{ (P-M) - (Q-M) \cos \theta \}^2]^{1/2} \dots\dots (3-3)$$

本実施例 3 では $\theta = 45$ 度、 $P = 100$ 、 $Q = 120$ 、 $M = 30$ であるので、条件式 (3-3) により双曲面ミラー 32 の焦点間距離 $L = 63.9567$ となる。

【0053】

上記条件式 (3-3) により、光軸の折れ曲がり角度 $\theta = 45$ 度、コンデンサレンズ 34 から双曲面ミラー 32 までの距離 $M = 30$ において、正のコンデンサレンズ 34 の焦点距離 $P = 100$ (すなわち主面 S から焦点 F_1 間) を、正のコンデンサレンズ 34 と双曲面ミラー 32 との合成焦点距離 $Q = 120$ (すなわち主面 S から焦点 F 間) とするような、双曲面ミラー 32 の形状の条件が規定される。双曲面ミラー 32 はその所定断面形状が、反射点 R を通り、焦点 F_1' から焦点 F までの間の z 軸上の任意の点を原点 O とした双曲線とされることが条件となる。

【0054】

なお、原点Oは、焦点 F_1' から焦点Fまでの間のz軸上の任意の点とすることができる。本実施例3では、図5に示すとおり、焦点 F_1' と焦点Fの中間点を原点Oとしている。このとき反射点Rの座標(Z、H)は、 $Z=25.0169$ となり、反射点Rは双曲線上にあることから $H=69.6530$ となる。

【0055】

つぎに、条件式(3-3)によるこの双曲面ミラー32の焦点間距離Lの値と、反射点Rの座標(Z、H)を下記条件式(3-1)に代入することにより定数aを求めることができる。条件式(3-1)は、上記式(3-0)および(3-2)より定数bを消去した、定数aに関する3次方程式である。

$$8za^3 + 4(z^2 + \rho^2)a^2 - 2zL^2a - z^2L^2 = 0 \quad \dots\dots (3-1)$$

ここで、aの解は3個求められるが、定数aとしては正の値を採用する。これは、この双曲面に発散作用を持たせるためである。

【0056】

このようにして、本実施例3の双曲面ミラー32の所定断面における双曲線は定数 $a=15.04$ が求められる。このとき、定数bは28.22となる。定数aおよびbにより双曲面ミラー32の形状が規定される。

【0057】

なお、この双曲線は、上記定数a、bにより規定される定数 $C=a/b^2$ 、および定数 $K=-b^2/a^2$ により、双曲線上の任意の点をN(z、 ρ)として、下記条件式(3)のように表すことも可能である。

$$z = C\rho^2 / \{1 + (1 - KC^2\rho^2)^{1/2}\} \quad \dots\dots (3)$$

本実施例3において、定数Cは0.0189、定数Kは-3.52となる。この、条件式(3)により双曲面ミラー32の形状を規定してもよい。

【0058】

<実施例4>

実施例4は、同じく双曲面ミラー32の具体例として、双曲面ミラー32による光軸折れ曲がり角度(θ)が90度となる場合を示す。

図6は、双曲面ミラー32の形状を、この双曲面ミラー32により折り曲げら

れる光束の光軸を含む断面において模式的に表した図である。この断面において双曲面ミラー 3 2 の断面は双曲線の一部となる。

【0059】

図 6 においても、前段の光学系の主面 S から発せられた光束は双曲面ミラー 3 2 の作用によって焦点 F に導かれる。上記実施形態 2 として説明したように、この双曲面ミラー 3 2 の前段には正の屈折力を有するコンデンサレンズ 3 4 が配されており、この正のコンデンサレンズ 3 4 から発せられた収斂光束は双曲面ミラー 3 2 において反射されることにより、その収斂の度合いを弱められながら焦点 F に向かう。なお、実施例 3 と同様に、図 6 中にも焦点 F_1 、 F_1' および F' が記載されている。焦点 F は、ライトバルブ直前にフィールドレンズがないとすれば、ライトバルブの中心となる位置である。

【0060】

この双曲面ミラー 3 2 について、実施例 3 と同様に原点 O、 ρ 軸および z 軸を採る。このとき、焦点 F および焦点 F_1' は z 軸上にある。

双曲面ミラー 3 2 の形状は、双曲面ミラー 3 2 の反射による光軸折れ曲がり角度 θ 、および、コンデンサレンズ 3 4 の焦点距離 P とコンデンサレンズ 3 4 と双曲面ミラー 3 2 との合成焦点距離 Q とコンデンサレンズ 3 4 から双曲面ミラー 3 2 までの距離 M とから計算される双曲面ミラー 3 2 の焦点間距離 L とにより規定することができる。本実施例 4 としては、 $\theta = 90$ 度、 $P = 100$ 、 $Q = 120$ 、 $M = 45$ と規定した場合の双曲面ミラー 3 2 の形状を示す。

【0061】

実施例 3 と同様にして条件式 (3-3) より、光軸の折れ曲がり角度 $\theta = 90$ 度、コンデンサレンズ 3 4 から双曲面ミラー 3 2 までの距離 $M = 45$ において、正のコンデンサレンズ 3 4 の焦点距離 $P = 100$ (すなわち主面 S から焦点 F_1 間) を、正のコンデンサレンズ 3 4 と双曲面ミラー 3 2 との合成焦点距離 $Q = 120$ (すなわち主面 S から焦点 F 間) とするような、双曲面ミラー 3 2 の形状の条件が規定される。双曲面ミラー 3 2 はその所定断面形状が、反射点 R を通り、焦点 F_1 から焦点 F までの間の z 軸上の任意の点を原点 O とした双曲線とされることが条件となる。条件式 (3-3) より、焦点 F_1 から焦点 F までの距離、すなわち双

曲面の焦点間距離 L は、 $L = 93.0054$ と求められる。

【0062】

なお、原点 O は、焦点 F_1' から焦点 F までの間の z 軸上の任意の点とすることができる。本実施例 4 では、図 6 に示すとおり、焦点 F_1' と焦点 F の中間点を原点 O としている。このとき反射点 R の座標 (Z, H) は、 $Z = 13.9777$ となり、反射点 R は双曲線上にあることから $H = 44.3523$ となる。

【0063】

実施例 3 と同様に条件式 (3-1) より、この双曲面に発散作用を持たせる正の定数 a は $a = 26.37$ となり、このとき、定数 b は 38.30 となる。定数 a および b により双曲面ミラー 32 の形状が規定される。

【0064】

なお、本実施例 4 の双曲線を、上記定数 a 、 b により規定される定数 $C = a/b^2$ 、および定数 $K = -b^2/a^2$ により、条件式 (3) のように表す場合には、定数 $C = 0.0180$ 、定数 $K = -2.11$ となる。この、条件式 (3) により双曲面ミラー 32 の形状を規定してもよい。

【0065】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る照明光学系およびこれを用いた投射型画像表示装置によれば、光路中に少なくとも 1 枚の曲面ミラーを配設することにより、この曲面ミラーが光路を折り曲げる反射ミラーとしての作用と、光路中のレンズの代替としての集光あるいは発散作用を兼ね備えることができるので、部材数を低減しコストダウンを図り得る照明光学系およびこれを用いた投射型画像表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態の照明光学系を備えた投射型画像表示装置の構成を示す図

【図 2】

第 2 の実施形態の照明光学系を備えた投射型画像表示装置の構成を示す図

【図 3】

実施例 1 の放物面ミラーの形状を説明する図

【図 4】

実施例 2 の放物面ミラーの形状を説明する図

【図 5】

実施例 3 の双曲面ミラーの形状を説明する図

【図 6】

実施例 4 の双曲面ミラーの形状を説明する図

【図 7】

第 1 の実施形態に対応する従来の投射型画像表示装置の構成を示す図

【図 8】

第 2 の実施形態に対応する従来の投射型画像表示装置の構成を示す図

【符号の説明】

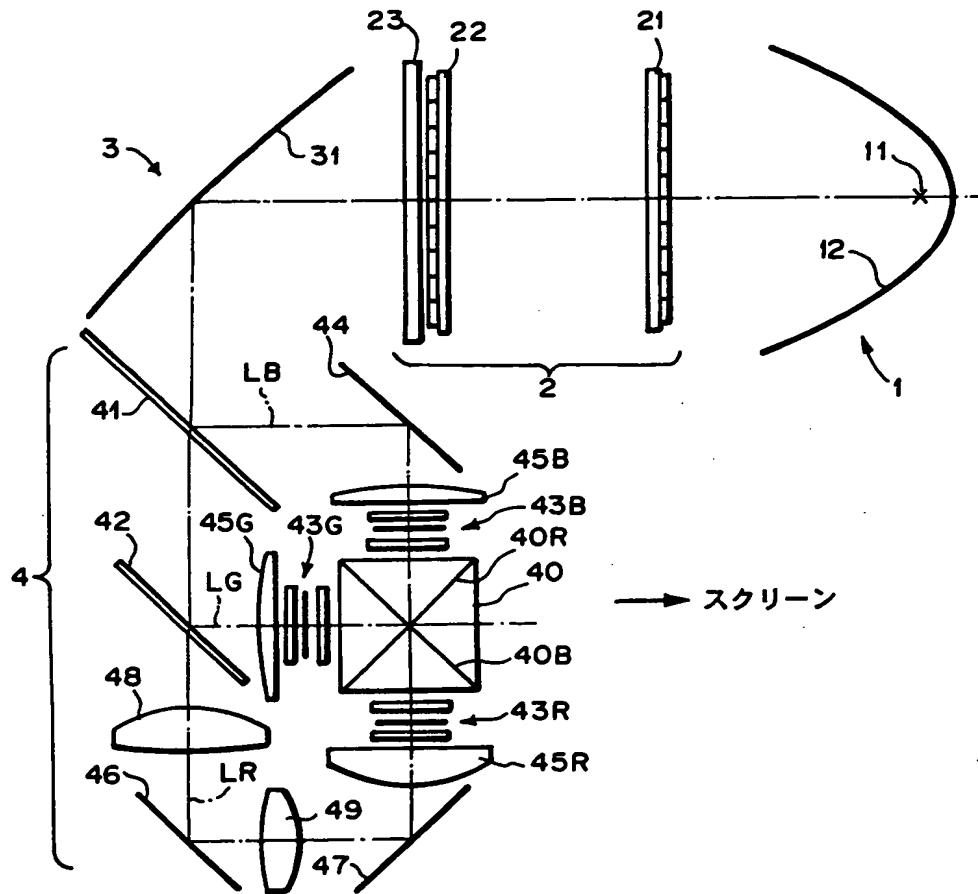
1、101、201	光源部
2、102、202	インテグレータ部
3	曲面ミラー
4、104、204	投射部
11	発光体
12	リフレクタ
21	第2フライアイ
22	第1フライアイ
23	偏光ビームスプリッタ
31	放物面ミラー
32	双曲面ミラー
133、233	平面反射ミラー
34、134、234、235	コンデンサレンズ
40	3色合成プリズム
40B、40R	ダイクロイック面
41、42	ダイクロイックミラー
43B、43G、43R	液晶パネル

4 4、4 6、4 7 全反射ミラー
4 5 B、4 5 G、4 5 R フィールドレンズ
4 8 リレーレンズ
4 9 像反転用リレーレンズ

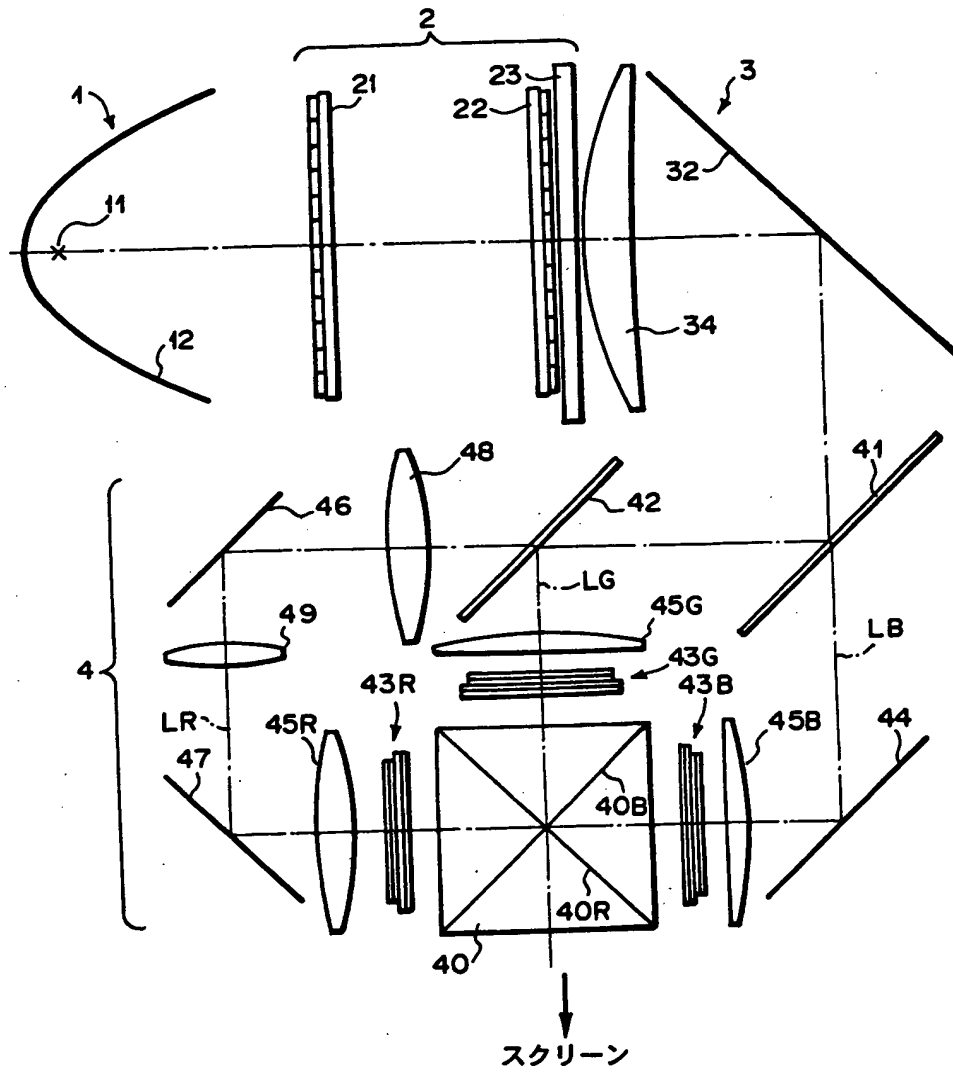
【書類名】

図面

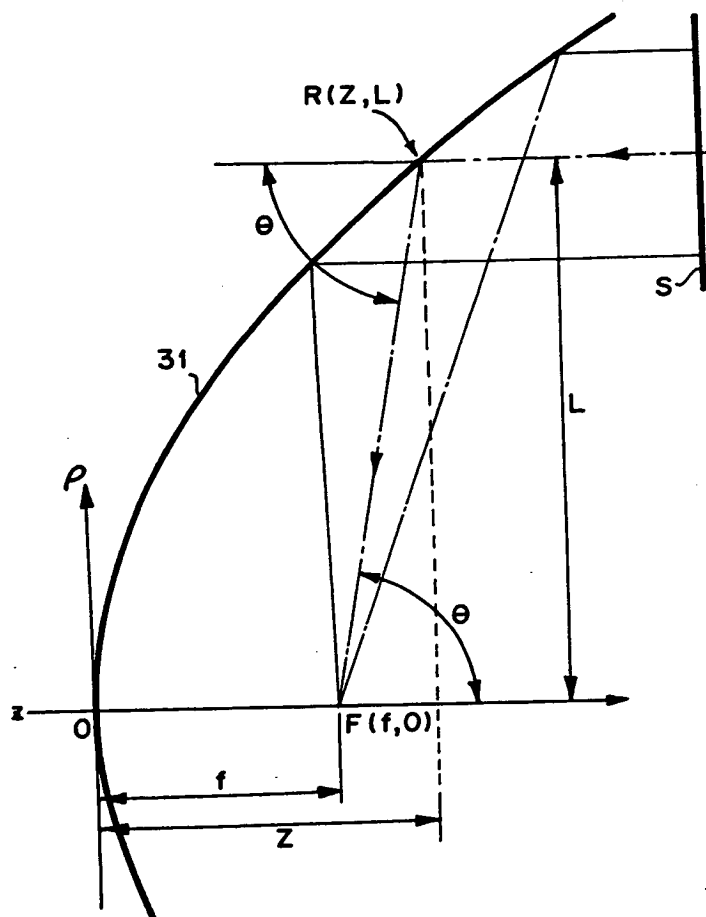
【図 1】



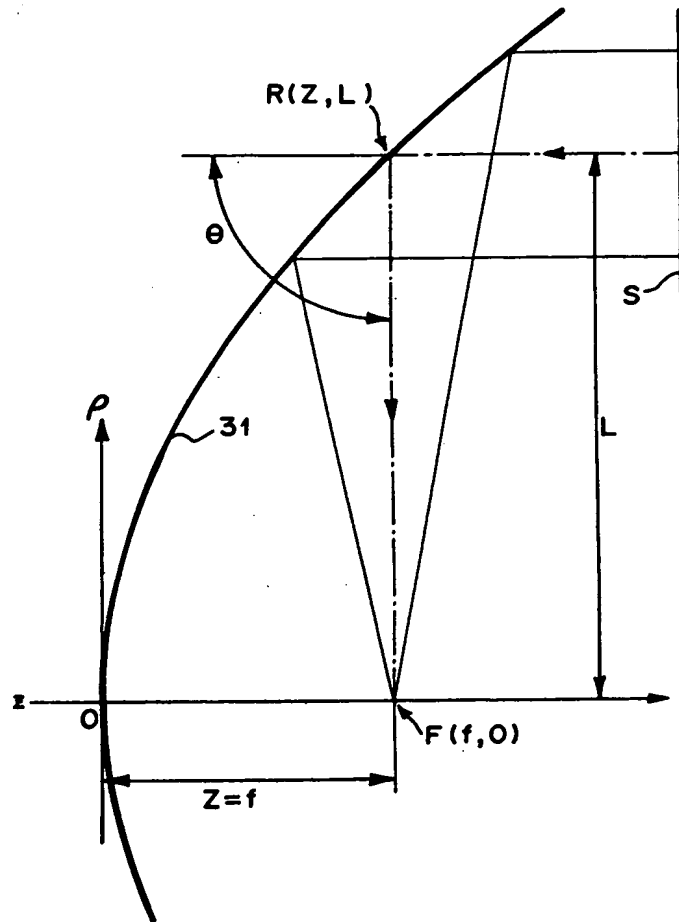
【図 2】



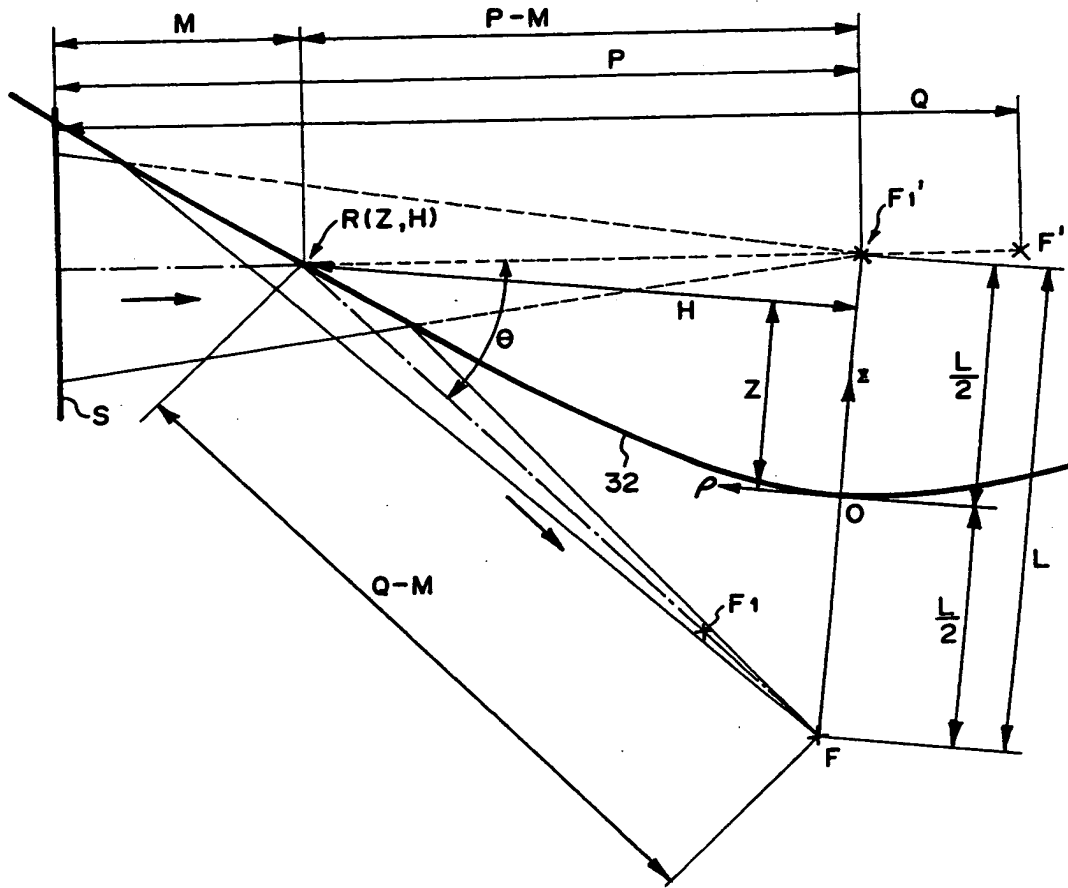
【図 3】



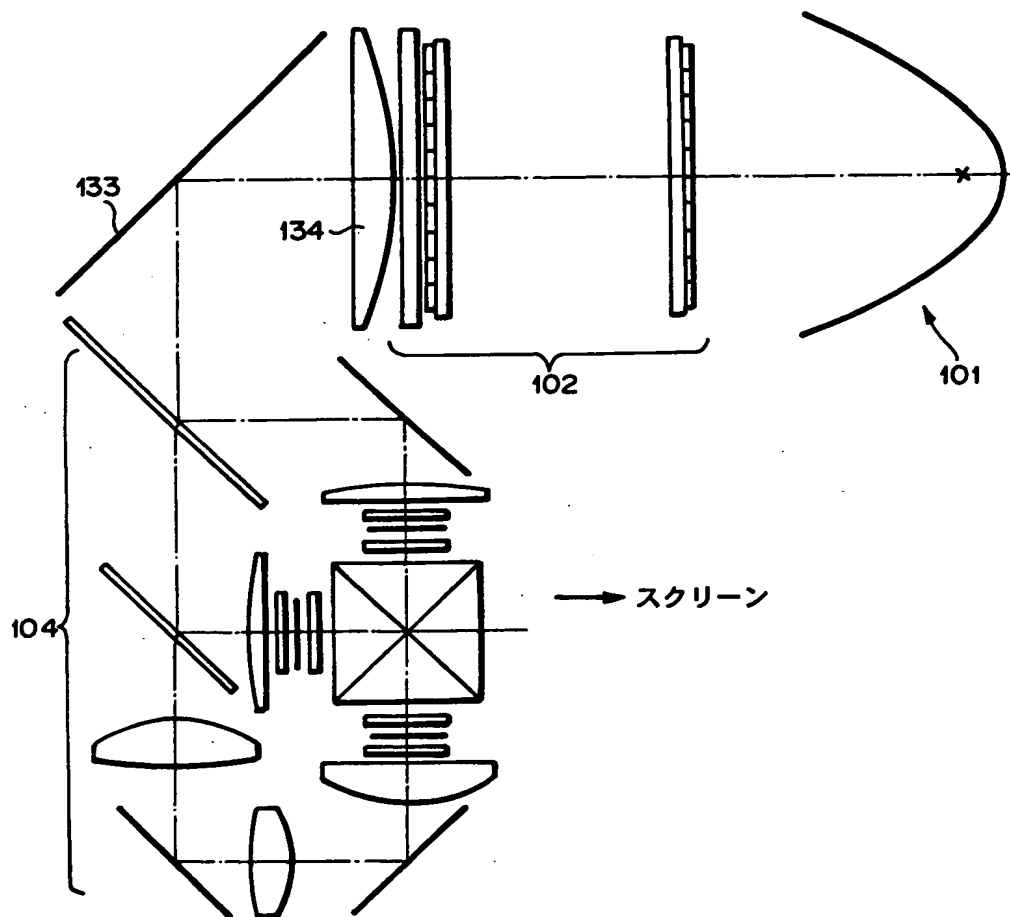
【図 4】



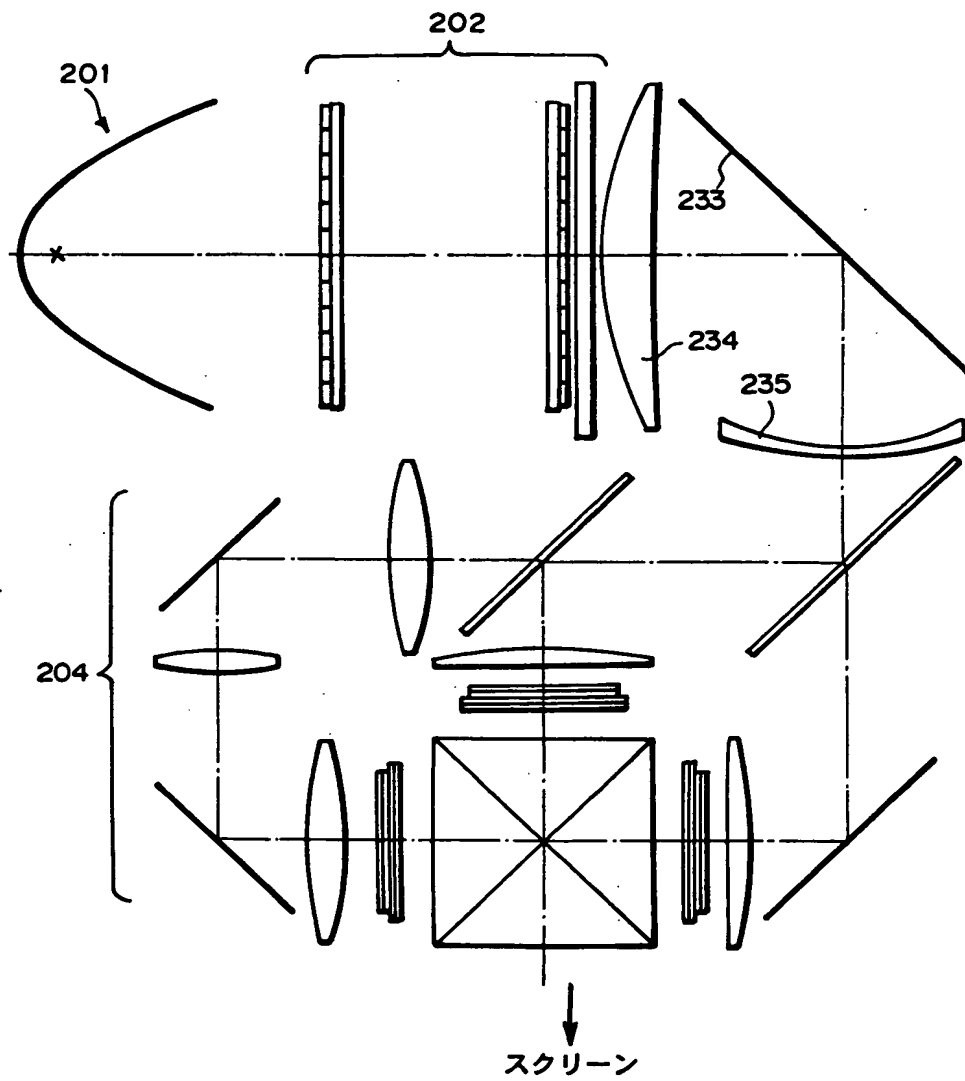
【図 5】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 光源部からの光を液晶表示素子やDMD等の画像表示用ライトバルブ素子に導く光路中に、放物面ミラーや双曲面ミラー等の曲面ミラーを配設することにより、部材数を低減しコストダウンを図り得る照明光学系およびこれを用いた投射型画像表示装置を得る。

【構成】 この投射型画像表示装置は、光源部 1 と、この光源部 1 から発せられた光束をミキシングして、光量分布の均一化を図るためのインテグレータ部 2 と、インテグレータ部 2 により均一光とされた光束の光路を投射部 4 の方向に折り曲げる曲面ミラー 3 と、この光束に画像情報を担持せしめてスクリーンに投射するための投射部 4 とからなる。曲面ミラー 3 は、この曲面ミラー 3 により折り曲げられる光束の光軸を含む断面においてその断面が放物線の一部となるような、放物面ミラー 3 1 よりなる。

【選択図】 図 1

特平 11-357454

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第357454号
受付番号	59901228013
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成12年 1月11日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年12月16日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 4 3 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由] 新規登録

住 所 埼玉県大宮市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地

氏 名 富士写真光機株式会社